

УДК 575.21.595.754

**ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *Pyrrhocoris apterus*
В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ г. СУМЫ И г. БЕЛГОРОДА****Е.Н. Хорольская, И.В. Батлуцкая**Белгородский государственный университет, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
bat@bsu.edu.ru

Объектом исследования явились выборки из природных популяций *Pyrrhocoris apterus* г. Сумы и г. Белгорода. Проводилось изучение индивидуальной изменчивости *Pyrrhocoris apterus* методом флуктуирующей асимметрии. Выявлена асимметрия различных меланизированных элементов надкрыльев *Pyrrhocoris apterus*, показано сходство ситуаций развития означенных популяций. На основании оригинальных и литературных данных предлагается использовать флуктуирующую асимметрию в биоиндикации среды.

Ключевые слова: *Pyrrhocoris apterus*, меланизированный рисунок, флуктуирующая асимметрия, индивидуальная изменчивость, биоиндикация.

Изменчивость как общебиологическое явление не теряет своей актуальности и заслуживает внимания многих ученых [1-4]. Изучение изменчивости позволяет судить о взаимодействии генотипа с факторами среды в процессе онтогенеза. Изменчивость показывает пластичность живых систем и связана с реализацией адаптивной стратегии природной популяции как минимальной эволюционной структуры [5]. Сохраняется актуальность выбора критериев для оценки степени изменчивости признаков организма. Асимметрия в развитии билатеральных признаков является одним из таких критериев. Некоторые авторы предлагают использовать асимметрию как показатель антропогенного, стрессового воздействия на экосистемы [4, 6].

Особенность флуктуирующей асимметрии заключается в том, что она не только представляет собой отдельный тип асимметрии, но и служит выражением особой формы изменчивости – внутрииндивидуального разнообразия как проявления случайной изменчивости развития [4]. В природных популяциях большая часть наследственной изменчивости скрыта за неким пластичным фенотипом (такой фенотип часто называют диким типом), образующимся в результате схождения норм реакции и действия канализации [1]. Наличие в популяции изменчивости выражается в появлении фенотипического разнообразия признаков, связанных с различной генетической детерминацией. Поскольку обычно невозможно определить эту изменчивость, непосредственно исследуя генотип, приходится ограничиваться статистическим анализом фенотипической изменчивости [5].

Для билатерально симметричных животных развитие признаков на разных сторонах тела контролируется одними и теми же генами. Если же в процессе онтогенеза происходят какие-либо нарушения, то они повлекут за собой изменения в фенотипически выраженных билатерально симметричных признаках организма. В качестве меры стабильности развития природных популяций используется флуктуирующая изменчивость [4]. В данном случае исследователь получает новую информацию, практически недоступную при использовании иных подходов. Нарушение стабильности развития проявляется в возрастании величины флуктуирующей асимметрии различных признаков. Применение такого подхода позволяет обнаружить популяции с нарушением стабильности развития [7].

Наблюдения за содержащимися в лабораторных условиях популяциями клопа-солдатика позволили проследить формирование меланизированного рисунка покрова на

разных стадиях онтогенеза особей, определить точное число личиночных стадий, что является необходимым условием при изучении изменчивости информационно значимых признаков [8]. Синтез меланина в наиболее склеротизированных участках кутикулы находится под жестким контролем генотипа [9], а характер распределения меланизированного рисунка может варьировать. Само очертание элемента генетически детерминировано не жестко, поэтому развитие каждого элемента меланизированного рисунка покрова обуславливается спектром его изменчивости. Однако в процессе развития организма в зависимости от условий существования происходит формирование конкретных вариаций для каждого элемента меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика. В оптимальных условиях обитания природных популяций формируется билатерально симметричный меланизированный рисунок покрова насекомых [10].

Целью нашего исследования было изучить индивидуальную изменчивость меланизированного рисунка элементов надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* для определения стабильности развития природных популяций г. Сумы и г. Белгорода.

Объекты и методы исследования

Материалом исследования послужили выборки половозрелые особи *Pyrrhocoris apterus* из двух природных популяций, из каждой по 1 выборке.

Выборка из популяции №1: 161 самец, 229 самки, Украина, г. Сумы, Ботанический сад, прошлогодняя листва на асфальтовой пешеходной дорожке в центре города. 18.04.2001 (собрал Говорун А.В.) (ИЗШК, Украина), (обработали Хорольская Е.Н., Батлуцкая И.В.) (БелГУ, Россия).

Выборка из популяции №2: 183 самца, 191 самка, Россия, г. Белгород, окраина, слабоосвещенная поляна возле памятника между аэродромом и оживленным шоссе, 2.05.2001 (Хорольская Е.Н., Батлуцкая И.В.) (БелГУ, Россия).

Меланизированный рисунок надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* представлен четырьмя элементами: небольшое пятно в верхней части (А) и пятно в центре надкрылья (В), кайма на внутренней части (С) и в нижней части (D) надкрылья. Для элементов А, В и D выделены различные вариации, элемент С вариативности не обнаруживает. В работе использован комплекс общепринятых методик, включающий полевые наблюдения и камеральную обработку материала.

Популяционные выборки проводились в естественной среде обитания насекомых. Сбор материала состоял из последовательных этапов: сбор и фиксация материала; сортировка и высушивание насекомых, монтирование энтомологических коллекций; регистрация особей в журнале и их описание.

Выборочное наблюдение дает возможность, не прибегая к сплошному обследованию, получить обобщающие показатели, которые правильно отражают характеристики всей совокупности единиц. Метод выборочного исследования предполагает изучение лишь небольшой группы объектов, по результатам которой делают выводы о всей генеральной совокупности. Долю вариации в выборочной совокупности вычисляли по формуле: $p = x / n$, где x – численность особей в выборочной популяции, имеющие данную вариацию меланизированного элемента, n – численность выборочной популяции [11]. Применение выборочного метода в исследованиях фауны можно считать неизбежным, так как популяции изучаемой группы животных представлены даже на ограниченной территории обычно огромным числом особей. Собрать или зарегистрировать их всех, то есть провести сплошное обследование, как правило, невозможно [12].

При определении вариаций элементов меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика руководствовались ранее составленным каталогом [13]. При выделении новых вариаций элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика руко-

водствовались следующим: а) рассматривали покров насекомого под биноклем; б) делали рисунки новых вариаций элементов меланизированного рисунка покрова с использованием стандартного рисовального аппарата; в) выделенные новые вариации для каждого элемента меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика переснимали на листы кальки; г) Новым вариациям присваивали свой порядковый номер.

В работе использован индекс флуктуирующей асимметрии: $FA = (L - R) / L$, где L и R – выборочная доля вариации на левой и правой стороне соответственно [4].

Результаты и их обсуждение

Проведенное выборочное фенотипическое исследование *Pyrrhocoris apterus* из природных популяций г. Белгорода и г. Сумы позволило обнаружить 22 вариации элемента А, 24 вариации элемента В, 1 вариацию элемента С и 17 вариаций элемента D.

Фенотипическая изменчивость элемента А меланизированного рисунка надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* представлена 18 вариациями в выборке из популяции №1 и 16 вариациями в выборке из популяции №2. Элемент В меланизированного рисунка надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* у насекомых встречается в виде 17 вариаций в выборке из популяции №1, и 16 вариаций в выборке из популяции №2. Более разнообразный вариационный ряд элемента D меланизированного рисунка надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* обнаружен в выборке из популяции №1 (популяция №1 – 16 вариаций, популяция №2 – 6 вариаций).

По количеству обнаруженных вариаций для каждого изучаемого элемента меланизированного рисунка надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* наблюдается сходство по элементам А и В для выборок из популяций №1 и 2. Однако, из всего разнообразия выделенных вариаций только в выборке из популяции №1 обнаружено 6 вариаций элемента А, 8 вариаций элемента В и 11 вариаций элемента D. Для изученных насекомых из популяции №2 характерны 4 вариации элемента А, 7 вариаций элемента В и 1 вариация элемента D.

Увеличение спектра изменчивости элементов меланизированного рисунка надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* свидетельствует о неблагоприятном внешнем воздействии на исследуемые популяции. В популяциях, подвергающихся действию различного уровня антропогенного воздействия, у определенных особей нарушается билатерально симметричный меланизированный рисунок покрова *Pyrrhocoris apterus*. Формирование различных вариаций элементов на правом и левом надкрыльях насекомых является проявлением индивидуальной изменчивости. В популяции №1 $54,9 \pm 2,4\%$ особей имеют билатерально симметричный меланизированный рисунок надкрыльев. В популяции №2 это значение немного меньше – $50,8 \pm 2,5\%$.

Анализ флуктуирующей асимметрии на внутрииндивидуальном уровне показал несходство меланизированного рисунка на левом и правом надкрыльях у $45,1 \pm 2,4\%$ особей в популяции №1 и $49,2 \pm 2,5\%$ особей в популяции №2. У насекомых обнаружена асимметрия следующих элементов меланизированного рисунка надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* и комбинаций элементов: А, В, D, А-В, А-D, В-D и А-В-D.

Оценка данных индивидуальной изменчивости на индивидуальном уровне позволила определить группы в зависимости от наличия явления флуктуирующей асимметрии различных элементов. Вычислена выборочная доля особей в выборках из популяций №1 и 2, имеющих асимметрию по каждому элементу отдельно.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что наибольшее количество особей в популяциях №1 и 2 характеризуются асимметрией элемента А меланизированного рисунка надкрыльев. Реже в популяции №1 встречаются особи с неодинаковыми вариациями элементов В, D и В-D, в популяции №2 – асимметрия элементов В и А-В. Единично обнаружено нарушение симметрии сразу нескольких элементов: В-D и А-В-D в обоих популяциях.

Таблица

**Частота встречаемости особей с асимметричными элементами
и меланизированного рисунка надкрыльев**

Меланизированные элементы	Частота встречаемости, %	
	Популяция №1	Популяция №2
Асимметричные	45,1±2,4	49,2±2,5
А	25,2±2,1	28,1±2,3
А-В	4,1±1,0	7,7±1,3
В	7,4±1,8	9,4±1,6
В-Д	0,5±0,4	0,5±0,4
Д	4,9±1,3	1,9±0,6
А-Д	2,3±0,8	1,3±0,5
А-В-Д	0,7±0,5	0,3±0,3

Анализ проведенный на индивидуальном уровне включал в себя вычисление индексов флуктуирующей асимметрии каждой вариации меланизированных элементов надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* в исследуемых выборках и оценку несходство различия меланизированных элементов между надкрыльями *Pyrrhocoris apterus* среди двух исследованных выборок из природных популяций №№1 и 2.

Индексы флуктуирующей асимметрии некоторых вариаций обнаруживают различие только в сотых долях (для популяции №1 – $FA(A2)=1,54$, $FA(A5)=0,51$, $FA(A9)=0,26$, $FA(B6)=0,25$, $FA(B11)=0,26$; для популяции №2, соответственно, 1,61, 0,53, 0,27, 0,27, 0,27).

Анализ флуктуирующей асимметрии показал сходство ситуации развития организмов в выборках из природных популяций №№1 и 2.

Для каждой выборки обнаружены особи, имеющие не только асимметрию меланизированного рисунка надкрыльев, но и асимметрию в размерах надкрыльев *Pyrrhocoris apterus* ($1,0\pm0,6$ % и $0,8\pm0,5$ % для популяций №1 и №2, соответственно). Это свидетельствует о неблагоприятии развития особей.

Для определения уровня антропогенного воздействия на природные популяции, как интегрального показателя различных видов хозяйственной деятельности человека, нами была применена авторская шкала по пяти показателям: 1) степень измененности естественного ландшафта; 2) расстоянии от промышленных предприятий; 3) удаленность от дороги с интенсивным движением; 4) интенсивность движения транспорта и регулярность использования ближайшей дороги; 5) систематическое использование минеральных удобрений [14].

По разработанным показателям различных видов хозяйственной деятельности человека проведена общая характеристика условий обитания природных популяций №№1 и 2. На основе совокупного антропогенного воздействия на исследованные экосистемы подтверждено сходство ситуаций развития исследованных насекомых. Экологическая ситуация развития *Pyrrhocoris apterus* в популяциях №№1 и 2 соответствует сильному антропогенному воздействию.

Флуктуирующая асимметрия проявляется в незначительных ненаправленных различиях между сторонами, которые, видимо, не имеют самостоятельного адаптивного значения и не оказывает ощутимого влияния на жизнеспособность индивидуумов. При этом обнаружены как практически симметричные, так и в некоторой степени асимметричные особи при отсутствии какой бы то ни было взаимосвязи вариаций признака на разных сторонах тела. Несмотря на асимметрию меланизированного рисунка у отдельных особей, в общем в популяции, как правило, наблюдается картина, характеризующая равенством выборочных частот встречаемости выделенных вариаций.

В ходе своего развития организм претерпевает не только онтогенетические изменения, находящиеся под контролем генотипа, но и реагирует на малейшие изменения в



окружающей среде. Таким образом, нарушение «популяционной симметрии» будет свидетельствовать о неблагоприятной ситуации в момент формирования особи данной популяции.

Анализ собранного материала позволил выделить вариации меланизированных элементов надкрыльев *Pyrrhocoris apterus*, характерные для каждой выборки и вариации, встречающиеся у особей обеих выборок.

Изучение индивидуальной изменчивости *Pyrrhocoris apterus* методом флуктуирующей асимметрии показало сходство ситуаций развития в природных популяциях №№1 и 2. В исследуемых популяциях наблюдается высокий процент особей, имеющих отклонение в симметрии меланизированного рисунка надкрыльев, что свидетельствует о неблагоприятной ситуации развития данных особей. Формирование различных вариаций элементов на правом и левом надкрыльях насекомых является следствием трансформирующего действия комплекса естественного и антропогенного воздействий. Возникающие при этом неодинаковые вариации находятся в пределах спектра изменчивости рассматриваемого элемента меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика.

Таким образом, любое изменение окружающей среды влечет за собой конкретные изменения в развитии тех или иных признаков живого организма.

Список литературы

1. Васильев А.Г. Фенетический анализ биоразнообразия на популяционном уровне: дис. ... докт. биол. наук. – Екатеринбург, 1996. – 393 с.
2. Артемьева Е.А. Клиальная изменчивость крылового рисунка в популяциях голубянки *Polyommatus icarus* Rott. (Lepidoptera, Lycaenidae). // Генетика. – 2005. – Т. 41, №8. – С. 1055–1067.
3. Батлущая И.В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия: Монография. – Белгород, 2003. – 168 с.
4. Антипин М.И., Ракицкая Т.А., Имашева А.Г. Стабильность развития и изменчивость морфологических признаков в природной популяции *Drosophila melanogaster*: сезонная динамика в 1999 г. // Генетика. – 2001. – Том 37, №1. – С. 66–72.
5. Яблоков А.В., Юсупов А.Г. Эволюционное учение. – М.: Высшая школа, 1998 – 163 с.
6. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). – М.: Наука, 1987. – 216 с.
7. Захаров В.М. и др. Онтогенез и популяция: оценка стабильности развития в природных популяциях // Онтогенез, 2001. – Т.32, №6. – С. 404–421.
8. Новицкая И.В., И.В. Батлущая. Использование онтогенетической изменчивости в биологическом тестировании. – Экология. Экономика. Экспертиза. Информатика. XXIX школа-семинар. Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования, Ростов н/Д, 10–15 сентября 2001г.: Тез. докл. – Ростов-на-Дону, 2001. – С. 114–116.
9. Hoffmann Klaus H. Colour and Colour Changes Environmental Physiology and Biochemistry of Insects. – Berlin Heredity. – 1984. – P. 206–224.
10. Хорольская Е.Н. Биологическая оценка условий сельскохозяйственных угодий с использованием *Pyrrhocoris apterus* L. Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: Тр. II Междунар. науч.-практ. конф. мол. ученых (20–21 апр. 2006 г., пос. Краснообск) / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2006 – с. 113–117.
11. Рязов Н.Н. Общая теория статистики. – М.: Статистика, 1979. – 185 с.
12. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
13. Батлущая И.В., Гончарова Е.Н. Каталог фенотипов элементов меланизированного рисунка надкрыльев клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus*) // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. – 2003. – №1. – С. 50–52.
14. Хорольская Е.Н. и др. Определение уровня антропогенного воздействия по асимметрии рисунка *Pyrrhocoris apterus* L. // Аграрная наука. – 2006. – №12. – С. 24–26



THE STUDYING OF INDIVIDUAL VARIABILITY *Pyrrhocoris apterus* IN NATURAL POPULATIONS THE SUMY AND BELGOROD CITIES

E.N. Horolskaya, I.V. Batluckaya

Belgorod State University, 85 Pobeda Str., Belgorod, 308015
bat@bsu.edu.ru

The subject of study is the selections of natural population *Pyrrhocoris apterus* in Sumy and Belgorod. The studying of individual variability of *Pyrrhocoris apterus* by the method of fluctuating asymmetry was led. The asymmetry of variable fluctuating elements of wings *Pyrrhocoris apterus* and similarity the situations of evolution of the aforesaid population were revealed. On the ground of original and literal dates the fluctuating asymmetry in the bioindication of habitat was proposed.

Key words: *Pyrrhocoris apterus*, melanizing picture, fluctuating asymmetry, individual variability, bioindication.